

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. März 2004 (18.03.2004)

PCT

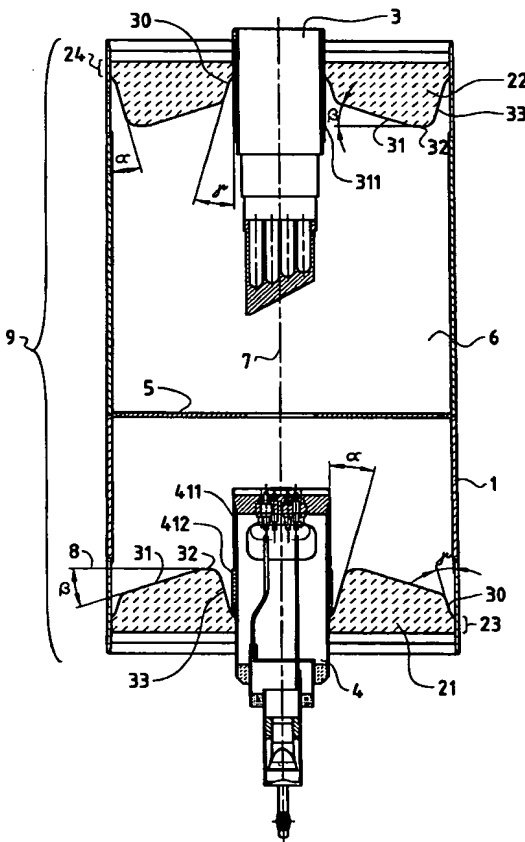
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/023513 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01J 35/16, 19/60 (74) Anwalt: BOVARD AG; Optingenstrasse 16, CH-3000 Bern 25 (CH).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH2002/000494 (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT (Gebrauchsmuster), AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ (Gebrauchsmuster), CZ, DE (Gebrauchsmuster), DE, DK (Gebrauchsmuster), DK, DM, DZ, EC, EE (Gebrauchsmuster), EE, ES, FI (Gebrauchsmuster), FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK (Gebrauchsmuster), SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (22) Internationales Anmeldedatum:
9. September 2002 (09.09.2002)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): COMET AG [CH/CH]; Herrengasse 10, CH-3175 Flamatt (CH).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HOLM, Kurt (84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), [DE/CH]; Martinsbergstrasse 49, CH-5400 Baden (CH).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HIGH-VOLTAGE VACUUM TUBE

(54) Bezeichnung: HOCHSPANNUNGS-VAKUUMRÖHRE



(57) Abstract: The invention relates to a high-voltage vacuum tube (9) comprising an anode (3) and a cathode (4), whereby the anode (3) and/or the cathode (4) are/is electrically insulated by means of an annular insulator (21/22). The annular insulator (21/22) is arched with a hump projecting toward the inner space (6) from which air has been evacuated, whereby the arch, in the direction of the inner space (6) from which air has been evacuated, has a sloping front area (31) and two lateral areas (30/33). The sloping front area (31) of the insulator (22) of the anode (3) slopes upward toward the disc center (7) of the insulator (22), whereas the sloping front area (31) of the insulator (21) of the cathode (4) slopes downward away from the disc center (7) of the insulator (21).

(57) Zusammenfassung: Hochspannungs-Vakuumröhre (9) mit einer Anode (3) und einer Kathode (4), wobei die Anode (3) und/oder die Kathode (4) mittels eines ringförmigen Isolators (21/22) elektrisch isoliert sind. Der ringförmige Isolator (21/22) ist in Richtung des vakuumisierten Innerraums (6) buckelförmig einfach gewölbt ausgebildet, wobei die Wölbung in Richtung des vakuumisierten Innerraums (6) einen geneigten Frontbereich (31) und zwei Seitenbereiche (30/33) umfasst. Der geneigte Frontbereich (31) des Isolators (22) der Anode (3) ist zum Scheibenzentrum (7) des Isolators (22) hin geneigt, während der geneigte Frontbereich (31) des Isolators (21) der Kathode (4) vom Scheibenzentrum (7) des Isolators (21) weg geneigt ist.



eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Hochspannungs-Vakuumröhre

Die vorliegende Erfindung betrifft Hochspannungs-Vakuumröhren, bei welchen eine Anode und eine Kathode in einem vakuumisierten Innenraum einander gegenüberliegend angeordnet sind und welcher vakuumisierte
5 Innenraum durch ein zylindrisches Metallgehäuse umschlossen ist, wobei die Anode und/oder die Kathode mittels eines ringförmigen Isolators elektrisch isoliert sind. Insbesondere betrifft die Erfindung Hochspannungs-Vakuumröhren zur Verwendung als Röntgenröhren.

Es gibt heute viele bekannte Verfahren zur Herstellung von
10 Röntgenröhren. Röntgenröhren werden in den verschiedensten Bereichen eingesetzt, so z.B. zur Erzeugung von Röntgenstrahlen für medizinische Untersuchungen und im industriellen Bereich zum Durchleuchten von beispielsweise Gepäckstücken oder Transportcontainern auf Flughäfen, bei der Zollabfertigung u.A. und zum Testen von Anlagen und Bauten, z.B.
15 Betonarmierungen bei Brücken etc., sind Röntgenstrahler nicht mehr wegzudenken. Bei all diesen Anwendungen spielt die Zuverlässigkeit und Lebensdauer der Röntgenröhren einen entscheidenden Faktor. Gleichzeitig werden gerade beim Durchleuchten von Gegenständen immer höhere Leistungen gefordert. Höhere Leistungen beeinflussen jedoch die Lebensdauer
20 und Zuverlässigkeit der Röhren. Röntgenröhren, die die geforderten Leistungen bringen, umfassen im Stand der Technik meistens eine Anode und eine Kathode, die in einem vakuumisierten Innerraum einander gegenüberliegend angeordnet sind und die von einem zylindrischen Metallteil umschlossen sind. Anode und/oder Kathode werden dabei mittels eines ringförmigen
25 Keramikisolators elektrisch isoliert, wobei der oder die Keramikisolatoren axial zum Metallzylinder hinter der Anode und/oder Kathode angeordnet sind und den Vakuumraum auf dem jeweiligen Ende beschliessen. Die Keramikisolatoren besitzen in ihrer Scheibenmitte eine Öffnung, in die eine Hochspannungszuführung, die Anode oder die Kathode vakuumdicht
30 eingesetzt sind. Diese Art von Röntgenröhren wird im Stand der Technik auch als zweipolige Röntgenröhren bezeichnet. Beim Betrieb einer Röntgenröhre treten neben der erwünschten Erzeugung von Röntgenstrahlen weitere physikalische Effekte auf, wie z.B. Feldemission, Sekundärelektronenemission

und Photoeffekt. Diese Effekte stören die Funktion der Röntgenröhre und können zu einer Beeinträchtigung des Materials und damit zu einer vorzeitigen Ermüdung der Teile führen. Insbesondere die Sekundärelektronenemission ist bekannt für die Beeinträchtigung des Röntgenröhrenbetriebs. Bei der

5 Sekundärelektronenemission entstehen beim Auftreffen des Elektronenstrahls auf der Anode neben den Röntgenstrahlen unerwünschte Sekundärelektronen, die sich im Inneren der Röntgenröhre auf Bahnen entsprechend den Feldlinien fortbewegen. Sekundärelektronen entstehen jedoch auch dadurch, dass die

10 Isolatoren bei der Anode und/oder Kathode bei Betrieb von unvermeidbaren Feldemissionselektronen getroffen werden und dort Sekundärelektronen auslösen. Das elektrische Feld wird bei eingeschalteter Hochspannung an der Anode und Kathode, d.h. bei Betrieb der Röntgenröhre, in Innenraum und den dem Innenraum zugewandten Oberflächen erzeugt. Dies umfasst auch die

15 Oberflächen des Isolators. Je kürzer die Röntgenröhre ist und je breiter der Keramikisolator ist, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass Sekundärelektronen und/oder Feldemissionselektronen auf den oder die Keramikteile auftreffen. Dies führt dazu, dass die Hochspannungsfestigkeit und Lebensdauer der Vorrichtung auf unerwünschte Art herabgesetzt wird. Bei

20 scheibenförmigen Isolatoren ist es deshalb aus dem Stand der Technik, z.B. aus DE2855905 bekannt, so genannte Abschirmelektroden zu verwenden. Die Abschirmelektroden können z.B. paarweise verwendet werden, wobei sie bei einer rotationssymmetrischen Gestalt der Röntgenröhre meist coaxial in einem bestimmten Abstand angeordnet sind, um die Ausbreitung der

25 Sekundärelektronen optimal zu unterbinden. Wie sich gezeigt hat, können solche Vorrichtungen jedoch bei sehr hoher Spannung nicht mehr verwendet werden. Zudem ist der Material- und Herstellungsaufwand bei solchen Konstruktionen grösser, als bei Röntgenröhren mit nur Isolatoren. Eine andere Möglichkeit des Standes der Technik wird z.B. in DE6946926 gezeigt. Um die Angriffsfläche zu verringern, wird in diesen Lösungen ein konischer

30 Keramikisolator verwendet. Der Keramikisolator weist eine im wesentlichen konstante Wandstärke auf und ist z.B. mit einer aufvulkanisierten Gummischicht überzogen. Wie erwähnt umfasst das elektrische Feld im Innern des Vakuumraums ebenfalls die Oberflächen der Isolatoren. Insbesondere bei konischen Isolatoren wird durch das Feld ein auf den Isolatoren auftreffendes

35 Elektron oder ein durch ein auftreffendes Elektron ausgelöstes Streuelektron in

Richtung Anode beschleunigt. Ein einzelnes Elektron wird dabei kaum eine Störung hervorrufen. Ist der anodenseitige Isolator wie der kathodenseitige Isolator als in den Innenraum hineinragender Kegelstumpf ausgebildet, dann wird ein auf den Isolator auftreffendes (beispielsweise ein aus dem

5 Metallkolben ausgelöstes) Elektron ebenfalls zur Anode hin beschleunigt. Anodenseitig bewegt es sich jedoch auf der Isolatoroberfläche entlang, weil es kein von der Isolatorfläche wegweisendes elektrisches Feld vorfindet. Nach Durchlaufen einer gewissen Strecke hat ein solches Elektron genügend Energie, um weitere Elektronen auszulösen, die ihrerseits wiederum Elektronen

10 auslösen, so dass es zu einer auf der Isolatorenoberfläche zur Anode laufenden Elektronenlawine kommt, die eine erhebliche Störung, unter Umständen auch Gasausbrüche oder gar einen Durchschlag des Isolators hervorrufen kann. Je höher die Spannung ist, desto signifikanter wird dieser Effekt. Bei sehr hohen Spannungen kann diese Art der Isolatoren deshalb nicht

15 mehr eingesetzt werden. Kathodenseitig tritt dieser Effekt weniger auf, da Elektronen, die kathodenseitig auf die Isolatoroberfläche gelangen oder aus dieser ausgelöst werden, sich durch das Vakuum in Richtung Metallzylinder und nicht entlang der Isolatoroberfläche bewegen. Um den Nachteil am Anodenteil zu umgehen, sind im Stand der Technik verschiedene Lösungen

20 bekannt. Z.B. wird in der Offenlegungsschrift DE2506841 vorgeschlagen, kathodenseitig den Isolator derart auszugestalten, dass zwischen dem Isolator und der Röhre ein konischer Hohlraum entsteht. Eine andere Lösung des Standes der Technik wird z.B. in der Patentschrift EP0215034 gezeigt, wo der scheibenförmige Isolator gegen den Metallzylinder hin treppenförmig abgestuft

25 ist. Es hat sich jedoch gezeigt, dass all die im Stand der Technik gezeigten Lösungen bei hohen Spannungen, d.h. beispielsweise über 150 kV, Störungen aufweisen, die u.a. zu einer vorzeitigen Alterung des Materials führen und Gasausbrüche und/oder Durchbrüche des Isolators erzeugen können. Somit sind die im Stand der Technik bekannten Isolatoren für viele moderne

30 Anwendungen der Röntgenröhren mit sehr hohen Spannungen (>200 kV) nur schlecht verwendbar.

Es ist eine Aufgabe dieser Erfindung, neue Isolatoren für Hochspannungs-Vakuumröhren und ein Verfahren zur Herstellung solcher Isolatoren vorzuschlagen, die die oben beschriebenen Nachteile nicht

aufweisen. Insbesondere soll auch bei sehr hohen Spannungen bei kleiner oder kompakter Bauweise eine lange Lebensdauer und ein störungsfreier Betrieb garantiert sein. Die Hochspannungs-Vakuumröhren sind u.a. zur Verwendung als Röntgenröhren zum Durchleuchten von Gepäckstücken
5 und/oder Transportcontainern etc. gedacht und sollen den dort benötigten industriellen Ansprüchen genügen.

Gemäss der vorliegenden Erfindung werden diese Ziele insbesondere durch die Elemente der unabhängigen Ansprüche erreicht. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen gehen ausserdem aus den abhängigen Ansprüchen und der Beschreibung hervor.
10

Insbesondere werden diese Ziele dadurch erreicht, dass bei einer Hochspannungs-Vakuumröhre eine Anode und eine Kathode in einem vakuumisierten Innerraum einander gegenüberliegend angeordnet sind, dass der vakuumisierte Innenraum durch ein zylindrisches Metallgehäuse
15 umschlossen ist, und dass die Anode und/oder die Kathode mittels eines ringförmigen Isolators elektrisch isoliert sind, wobei der ringförmige Isolator einen zylindrischen Teil umfasst und in Richtung des vakuumisierten Innerraums buckelförmig einfach gewölbt ausgebildet ist, wobei die Wölbung in Richtung vakuumisierten Innerraum einen bezüglich der
20 Rotationsachse des ringförmigen Isolators geneigten Frontbereich und zwei Seitenbereiche umfasst, wobei der geneigte Frontbereich des ringförmigen Isolators der Anode zum Scheibenzentrum des ringförmigen Isolators hin geneigt ist, und wobei der geneigte Frontbereich des ringförmigen Isolators der Kathode vom Scheibenzentrum des ringförmigen Isolators weg
25 geneigt ist. Insbesondere kann der(die) Isolator(en) erfindungsgemäss wahlweise entweder nur kathodenseitig, oder nur anodenseitig oder beidseitig, d.h. auf Seiten der Anode und auf Seiten der Kathode, ausgebildet sein. Jeweils ein Seitenbereich eines Isolators ist zur jeweiligen negativen Elektrode hingeneigt und verläuft über einen grösseren Bereich in dessen Nähe. Bei der
30 Anode bildet die Wand des zylindrischen Metallgehäuses die negative Elektrode bezüglich des Isolators, während bei der Kathode die metallische Aussenwand der Kathode die negative Elektrode bezüglich des Isolators bildet. Der Verbindungspunkt zwischen der jeweiligen negativen Elektrode und dem

entsprechenden Isolator wird als negativer Tripelpunkt bezeichnet. Die Hochspannungs-Vakuumröhre kann z.B. als eine Röntgenröhre verwendet werden. Die oben erwähnte Ausführung hat den Vorteil, dass beim Betrieb durch das entstehende elektrische Feld eine ausserordentlich hohe Stabilität der Röhre erreicht wird, ohne dass es zu Durchbrüchen des Isolators anodenseitig und/oder kathodenseitig, Gasausbrüchen und/oder anderen Störungen kommt. Gleichzeitig kann die Röhre bei viel höheren Spannungen und kleinerer bzw. kompakteren Bauweise als herkömmliche Röhren betrieben werden. Die Masse der Röhre und die Spannung am Isolator stehen in einer direkten Beziehung zueinander. Je kleiner die Bauweise, desto grösser muss die Spannungsfestigkeit des Isolators an der Elektrode sein. Die Vorteile einer kleineren und kompakteren Bauweise für solche Röhren liegt auf der Hand. Kleiner und kompaktere Röhren sind billiger herzustellen, weniger schwer und einfacher zu handhaben. Dies betrifft z.B. insbesondere eventuell notwendige Bleiabschirmungen etc. Durch die spezielle Form der Isolatoren wird errichtet, dass ein kritischer Teil der Röhre, nämlich der negative Tripelpunkt, an dem, wie erwähnt, die negative Metallelektrode, die Keramik und das Vakuum zusammenstossen, und der vornehmlich die Emission von Elektronen begünstigt, elektrisch abgeschirmt wird. Dadurch wird die Elektronenemission unterdrückt. Auf der Kathodenseite befindet sich dieser Tripelpunkt in der löstechnischen Verbindung zwischen dem Isolator und der Hochspannungszuführung im Zentrum des Isolators. Auf der Anodenseite hingegen liegt der Tripelpunkt in der löstechnischen Verbindung zwischen dem Aussenumfang des Isolators und dem zylindrischen Metallgehäuse. Die Abschirmung geschieht durch eine erzwungene Aufladung der Keramik in der Umgebung des negativen Tripelpunktes durch emittierte Elektronen. Durch die Formgebung des Isolators entsteht zunächst ein sehr hohes Feld im Bereich des Tripelpunktes, welches schon bei tieferen Spannungen (z.B. während einer Startphase des Betriebs der Röhre) ausreicht, Elektronen aus dem Metall herauszulösen. Diese Elektronen laden die Keramik so weit auf, dass das elektrische Feld in diesem Bereich derart reduziert wird, dass die Elektronenemission zum Erliegen kommt. Die spezielle Form des Isolators verhindert, dass die Elektronen über die Keramik oder durch das Vakuum auf die positive Gegenelektrode gelangen können. Dadurch wird der Zustand stabilisiert. Durch die geneigte Frontseite wird zusätzlich erreicht, dass

Elektronen, die bei hoher Spannung ausserhalb des oben erwähnten Gebietes aus der negativen metallischen Elektrode herausgelöst werden, direkt durch das Vakuum zur positiven Elektrode gelangen und nicht auf die Keramikoberfläche beschleunigt werden. Dadurch wird eine lawinenartige Vervielfachung der freien Elektronen und damit ein heftiger Überschlag durch Sekundärelektronen über die Keramikoberfläche verhindert. Durch die nicht triviale Form des Isolators kann somit die Spannungsfestigkeit und die Lebensdauer der Vakuumröhre signifikant erhöht werden.

In einer Ausführungsvariante wird die Wölbung im Wesentlichen durch Winkel α , β und γ eines verkürzten Seitenbereiches, eines überhöhten Seitenbereiches, sowie des Frontbereichs charakterisiert, wobei der Winkel α zwischen der Achsenrichtung des ringförmigen Isolators und dem überhöhten Seitenbereich zwischen 10° und 25° liegt und wobei der Winkel β des Frontbereichs zur Senkrechten auf die Achsenrichtung des ringförmigen Isolators zwischen 10° und 25° liegt, wobei der Winkel γ zwischen dem verkürzten Seitenbereich zur Achsenrichtung des ringförmigen Isolators zwischen 10° und 25° liegt. Die drei Bereiche können jeweils einen tangentialen Übergangsradius von 1 bis 7 mm besitzen. Diese Ausführungsvariante hat u.A. die gleichen Vorteile wie die vorhergehende Ausführungsvariante. Insbesondere können damit Hochspannungs-Vakuumröhren mit Spannungen von mehr als 200kV am Isolator betrieben werden, ohne dass es zu Störungen oder Ausfällen durch Sekundärelektronen kommt. Solche Röhren können bei der erwähnten Spannung bei maximalen Durchmessern der Isolatoren von 150mm gebaut werden, was die erwähnten Vorteile betreffend Herstellungs- und Transportkosten etc., Gewicht und Handlichkeit bringt.

In einer anderen Ausführungsvariante umfasst der ringförmige Isolator zwischen dem überhöhten Seitenbereich und dem bezüglich der Senkrechten zur Achsenrichtung des ringförmigen Isolators geneigten Frontbereich einen vierten Bereich, der im Wesentlichen senkrecht zur Achse des ringförmigen Isolators in Richtung vakuumisierten Innenraum weist und der zum überhöhten Seitenbereich sowie zum Frontbereich einen tangentialen Übergangsradius von 1 bis 7 mm besitzt. Diese Ausführungsvariante hat u.a. die gleichen Vorteile wie die vorhergehende Ausführungsvariante.

Insbesondere können damit Hochspannungs-Vakuumröhren mit Spannungen von mehr als 200 kV am Isolator betrieben werden, ohne dass es zu Störungen oder Ausfällen durch Sekundärelektronen kommt.

- In einer weiteren Ausführungsvariante ragt der überhöhte
- 5 Seitenbereich mindestens 2 Mal weiter als der verkürzte Seitenbereich in den vakuumisierte Innenraum. Diese Ausführungsvariante hat u.A. den Vorteil, dass die Neigung der Frontfläche von der negativen Elektrode weg so gross ist, dass durch Kaltemission der negativen Elektrode keine Sekundärelektronen auf der Keramikoberfläche erzeugt werden können. Dadurch werden heftige
- 10 Entladungen verhindert, die zu bleibenden Schäden am Isolator führen können.

- In einer wieder anderen Ausführungsvariante besitzt der überhöhte Seitenbereich gegen die Achsenrichtung des ringförmigen Isolators einen sich verjüngenden Auslauf und/oder der verkürzten Seitenbereich besitzt gegen die Achsenrichtung des ringförmigen Isolators einen sich verjüngenden Auslauf.
- 15 Diese Ausführungsvariante hat u.a. den Vorteil, dass das elektrische Feld an den Lötstellen zur Fixierung des ringförmigen Isolators an der Anode oder Kathode bzw. am zylindrischen Metallgehäuse minimiert werden kann.

- In einer weiteren Ausführungsvariante besteht der ringförmige Isolator im wesentlichen aus einem isolierenden Keramikmaterial. Das
- 20 Keramikmaterial kann z.B. aus mindestens 95 % Al_2O_3 bestehen. Diese Ausführungsvariante hat u.A. den Vorteil, dass sich das Keramikmaterial als Isolator bei den sehr hohen elektrischen Feldern bezüglich seiner Stabilität gegen Spannung oder Durchschläge besonders eignet.

- In einer Ausführungsvariante umfasst die Kathode auf der
- 25 Aussenwand gegen den ringförmigen Isolator einen elektropolierten und/oder mechanisch polierten Metallzylinder. Dies hat u.a. den Vorteil, dass die Spannungsfestigkeit erhöht werden kann und Durchschläge verhindert werden können.

- In einer Ausführungsvariante umfasst die Hochspannungs-
- 30 Vakuumröhre 1 eine Stromversorgungsvorrichtung, mittels welcher

Betriebsspannungen von mindestens 200 kV am Isolator anlegbar sind. Diese Ausführungsvariante hat u.a. den Vorteil, dass sie für besondere Anwendungen in der Industrie, wie z.B. dem Durchleuchten von Transportcontainern an Zöllen und Flughäfen etc. die benötigte Leistung erbringen kann.

- 5 An dieser Stelle soll festgehalten werden, dass sich die vorliegende Erfindung neben dem erfindungsgemässen Verfahren auch auf ein System zur Ausführung dieses Verfahrens bezieht.

- Nachfolgend werden Ausführungsvarianten der vorliegenden Erfindung anhand von Beispielen beschrieben. Die Beispiele der Ausführungen
10 werden durch folgende beigelegten Figuren illustriert:

- Figur 1 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch einen Querschnitt einer Röntgenröhre des Standes der Technik zeigt. Der ringförmige Isolator 10 ist dabei gegen das zylindrische Metallgehäuse 1, sowie gegen die Elektrode 2 treppenförmig abgestuft 101, um das Erzeugen von
15 Sekundärelektronen zu vermindern.

- Figur 2 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch einen Querschnitt einer anderen Ausbildung einer Röntgenröhre des Standes der Technik zeigt. Der ringförmige Isolator 11 zeigt dabei gegen das zylindrische Metallgehäuse 1 hin eine Erhöhung 110 mit einer Vertiefung 111 beim
20 Übergang zum Metallgehäuse 1.

- Figur 3 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch einen Querschnitt einer anderen Ausbildung einer Röntgenröhre des Standes der Technik zeigt. Der ringförmige Isolator 12 zeigt dabei gegen das zylindrische Metallgehäuse 1 hin eine Erhöhung 120 mit einer Vertiefung 121 beim
25 Übergang zum Metallgehäuse 1. Das Metallgehäuse 1 ist auf der Höhe der Erhöhung 120 radial gegen aussen ausgebaucht 122.

Figur 4 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch einen Querschnitt einer ähnlichen Röntgenröhre wie bei Figur 1 des Standes der Technik zeigt. Der ringförmige Isolator 14 ist dabei gegen das zylindrische

Metallgehäuse 1, sowie gegen die Elektrode 2 jeweils einfach treppenförmig abgestuft, um das Erzeugen von Sekundärelektronen zu vermindern. Wie aus der Darstellung ersichtlich ist der ringförmige Isolator 14 auf Seiten der Anode 3 und der Kathode 4 identisch. Zwischen Anode 3 und Kathode 4 befindet sich
5 eine Elektronenblende 5 um etwaige Streuelektronen weiter zu vermindern.

Figur 5 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch einen Querschnitt einer weiteren Ausbildung einer Röntgenröhre des Standes der Technik zeigt. Der Isolator 15 ist dabei konisch an die Wandung der Halterung der Elektrode 2 (Anode oder Kathode) angelegt. Zugleich verjüngt sich das
10 zylindrische Metallgehäuse 1 gegen die Elektrode hin. Solche Ausgestaltungen eignen sich für hohe Spannungen nicht mehr, da sie bei hohen Spannungen instabil gegen Sekundärelektronen werden.

Figur 6 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch einen Querschnitt einer Ausbildung einer erfindungsgemässen Röntgenröhre zeigt.
15 Der ringförmige Isolator ist buckelförmig mit den charakterisierenden Winkeln α , β und γ ausgebildet. Der anodenseitige Isolator 22 hat eine gegen die Anode 3 geneigte Frontfläche 31, während der kathodenseitige Isolator 21 eine gegen das zylindrische Metallgehäuse weisende Frontfläche 31 hat.

Figur 7 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch einen
20 Querschnitt eines erfindungsgemässen, kathodenseitigen, ringförmigen Isolators 21 zeigt. Der Isolator ist buckelförmig mit den charakterisierenden Winkeln α , β und γ ausgebildet.

Figur 8 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch einen Querschnitt eines erfindungsgemässen, anodenseitigen, ringförmigen Isolators
25 21 zeigt. Der Isolator ist buckelförmig mit den charakterisierenden Winkeln α , β und γ ausgebildet.

Figur 9 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch den Verlauf der Äquipotentiallinien 40 auf Seiten der Anode 3 bei angelegter Betriebsspannung darstellt. Die Buckelform des Isolators 22 beeinflusst den
30 Verlauf der Feldlinien 40 dermassen, dass auf Seiten des zylindrischen

Metallgehäuses am unteren Teil der Fläche 33 eine Feldüberhöhung stattfindet, welche Elektronen aus dem zylindrischen Metallgehäuses auslöst. Diese Elektronen laden die Keramik derart auf, dass in diesem unteren Teil ein nahezu feldfreier Raum entsteht.

- 5 Figur 10 zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch den Verlauf der Äquipotentiallinien 40 auf Seiten der Kathode 4 bei angelegter Betriebsspannung darstellt. Die Buckelform des Isolators 21 ist anodenseitig gespiegelt zum kathodenseitigen Isolator ausgebildet. Die Buckelform des Isolators 21 beeinflusst den Verlauf der Feldlinien 40 dermassen, dass auf
- 10 Seiten der Kathode 4 am unteren Teil der Fläche 33 eine Feldüberhöhung stattfindet, welche Elektronen aus der Metallelektrode auslöst. Diese Elektronen laden die Keramik derart auf, dass in diesem unteren Teil ein nahezu feldfreier Raum entsteht

- Figur 6, Figur 7 und Figur 8 illustrieren eine Hochspannungs-
- 15 Vakuumpumpe bzw. ein Verfahren für eine Hochspannungs-Vakuumpumpe, wie sie bei der Realisierung der Erfindung verwendet werden kann. Gleiche Referenznummern in den Figuren bezeichnen gleiche Elemente. In diesem Ausführungsbeispiel sind eine Anode 3 und eine Kathode 4 in einem vakuumisierten Innerraum 6 einander gegenüberliegend angeordnet. Der
- 20 vakuumisierte Innerraum 6 ist durch ein zylindrisches Metallgehäuse 1 umschlossen. Das zylindrische Metallgehäuse 1 kann z.B. eine minimale Wandstärke von 2mm aufweisen. Ebenso ist es vorstellbar, dass das zylindrische Metallgehäuse 1 gegen den vakuumisierte Innerraum 6 elektropoliert und/oder mechanisch poliert ist. Die Anode 3 und/oder die
- 25 Kathode 4 sind mittels eines ringförmigen Isolators 21/22 elektrisch isoliert. Figur 7 und Figur 8 zeigen eine detailliertere Darstellung des ringförmigen Isolators 21/22 im Aufschnitt, wobei Figur 7 den ringförmigen Isolator 21 kathodenseitig und Figur 8 den ringförmigen Isolator 22 anodenseitig zeigt. Der ringförmige Isolator 21/22 kann im Wesentlichen z.B. aus einem isolierenden
- 30 Keramikmaterial bestehen. Als Keramikmaterial ist z.B. Keramikmaterial aus mindestens 95 % Al_2O_3 vorstellbar. Auf die Keramik kann beispielsweise eine einfache oder mehrfache Schicht aus einer Legierung gesintert sein. Die Legierung kann z.B. eine MoMnNi-Legierung umfassen. Der arithmetische

Mittenrauwert (R_a) des ringförmigen Keramikisolators kann z.B. um die $1.6 \mu\text{m}$ betragen. Es ist aber auch möglich, dass der ringförmige Keramikisolator glatt oder mechanisch poliert ist. Zur Herstellung eines solchen ringförmigen Isolator 21/22 kann beispielsweise ein Pressdruck von mindestens 1000 bar verwendet werden. Der ringförmige Isolator 21/22 umfasst einen zylindrischen Teil 23/24 und in Richtung vakuumisierten Innerraum 6 buckelförmig einfach gewölbt ausgebildet ist. Die Wölbung in Richtung vakuumisierten Innerraum 6 umfasst einen geneigten Frontbereich 31 und zwei Seitenbereiche 30/33. Der geneigte Frontbereich 31 des ringförmigen Isolator 22 der Anode 3 ist zur Achse durch das Scheibenzentrum 7 des Isolator 22 hin geneigt, während der geneigte Frontbereich 31 des ringförmigen Isolators 21 der Kathode 4 von der Achse durch das Scheibenzentrum 7 des ringförmigen Isolators 21 weg geneigt ist. Die Wölbung kann z.B. im Wesentlichen durch die Winkel α , β und γ eines verkürzten Seitenbereiches 30, eines überhöhten Seitenbereiches 33, sowie des Frontbereichs 31 charakterisiert werden. Der Winkel α zwischen der Achsenrichtung 7 des ringförmigen Isolators 21/22 und dem verkürzten Seitenbereich 30 liegt vorzugsweise zwischen 10° und 25° und der Winkel β des Frontbereichs 31 zur Senkrechten 8 zur Achsenrichtung 7 des ringförmigen Isolators 21/22 liegt vorzugsweise zwischen 10° und 25° . Der Winkel γ zwischen dem überhöhten Seitenbereich zur Achsenrichtung 7 des ringförmigen Isolators 21/22 liegt schliesslich vorzugsweise zwischen 10° und 25° . Die drei Bereiche 30/31/33 können jeweils einen tangentialen Übergangsradius $R1/R3$ von z.B. 3 bis 7 mm besitzen. Im Verhältnis zum verkürzte Seitenbereich 30 ragt der überhöhte Seitenbereich 33 beispielsweise mindestens 2 Mal weiter als der verkürzte Seitenbereich 30 in den vakuumisierte Innenraum 6. Dadurch wird die Frontfläche des Isolators derart geneigt, dass sie nicht von Elektronen aus der negativen Elektrode getroffen werden kann. Auf der Kathodenseite befindet sich der negative Tripelpunkt in der löttechnischen Verbindung zwischen dem Isolator 21 und der Hochspannungszuführung im Zentrum des ringförmigen Isolators, d.h. der Aussenwand 411 der Kathode 4. Auf der Anodenseite hingegen liegt der negative Tripelpunkt in der löttechnischen Verbindung zwischen dem Aussenumfang des ringförmigen Isolators 22 und dem zylindrischen Metallgehäuse 1. Deshalb ist die Aussenwand 311 der Anode weniger kritisch bezüglich den erwähnten Elektroneneffekte. Die Kathode 4 kann auf ihrer

Aussenwand 411 gegen den ringförmigen Isolator 21 einen elektropolierten und/oder mechanisch polierten Metallzylinder 412 umfassen. Durch die nicht triviale Form des Isolators 21/22 kann die Spannungsfestigkeit und die Lebensdauer der Vakuumröhren signifikant erhöht werden. Figur 9 und Figur 10 zeigen einen möglichen Verlauf der Äquipotentiallinien 40 auf Seiten der Anode 3 bzw. auf Seiten der Kathode 4 bei angelegter Betriebsspannung. Die Buckelform des Isolators 21/22 beeinflusst den Verlauf der Feldlinien dermassen, dass auf Seiten des überhöhten Bereichs am unteren Teil der Fläche 33 zunächst ein Gebiet hoher Feldstärke entsteht. Dadurch werden Elektronen aus der benachbarten Metallelektrode herausgelöst, welche die Keramik in diesem Bereich elektrostatisch aufladen. Die Aufladung reduziert das elektrische Feld in diesem Bereich. Dadurch wird eine weitere Elektronenemission verhindert und das Hochspannungsverhalten der Röhre nachhaltig verbessert. In einer Ausführungsvariante umfasst der ringförmige Isolator 21/22 zwischen dem überhöhten Bereich 33 und dem bezüglich der Achsenrichtung 7 des ringförmigen Isolators 21/22 geneigten Frontbereich 31 einen vierten Bereich 32. Dieser vierte Bereich 32 steht im Wesentlichen senkrecht 8 zur Achse 7 des ringförmigen Isolators 21/22 in Richtung vakuumisierten Innenraum 6. Der vierte Bereich 32 kann zum überhöhten Bereich 33 sowie zum Frontbereich 31 z.B. einen tangentialen Übergangsradius $R2/R3$ von 3 bis 7 mm besitzen. Als weitere Ausführungsvariante kann es vorteilhaft sein, dass z.B. der überhöhte Bereich 33 und/oder der verkürzten Bereiches 30 gegen die Achsenrichtung 7 des ringförmigen Isolators 21/22 einen sich verjüngenden Auslauf besitzt. Umfasst die Hochspannungs-Vakuumröhre 1 eine Stromversorgungsvorrichtung, mittels welcher Betriebsspannungen von mindestens 200 kV am Isolator anlegbar sind, so kann sich die Hochspannungs-Vakuumröhre 1 für besondere Anwendungen in der Industrie, wie z.B. das Durchleuchten von Transportcontainern an Zöllen und Flughäfen etc. mit der dort benötigten Leistung besonders eignen. Die Hochspannungs-Vakuumröhre 1 kann bei diesen Anwendung insbesondere als Röntgenröhre verwendet werden. Es ist klar, dass sich die erfindungsgemässe Hochspannungs-Vakuumröhre 1 bei jeder Anwendung insbesondere zur Verwendung als Röntgenröhre eignet.

Es ist wichtig darauf hinzuweisen, dass eine Hochspannungs-Vakuumpöhre 9 den erfindungsgemässen Isolator 21/22 nicht unbedingt beidseitig, d.h. bei der Anode 3 und der Kathode 4, umfassen muss. Im Gegenteil ist es durchaus möglich, dass der Isolator 21/22 nur an einer der Elektroden 3/4 gegeben ist, während die andere Elektrode 3/4 einen anders geformten Isolator oder gar keinen aufweist. Ebenso kann es je nach Anordnung der Hochspannungs-Vakuumpöhre 9 sinnvoll sein, z.B. eine Elektronenblende 5 zur Verminderung von Sekundärelektronen der Vorrichtung beizufügen. Weiter ist anzufügen, dass sich die erfindungsgemässe Röntgenröhre insbesondere zur Verwendung in einer Gepäckdurchleuchtungsvorrichtung eignet. Besonders Durchleuchtungsvorrichtungen für Transportcontainer und/oder Transportbehältern gehören mit ihrem hohen Bedarf an Strahlungsleistung zu den idealen Einsatzgebieten für die erfindungsgemässen Hochspannungs-Vakuumpöhren bzw. Röntgenröhren.

Figur 1 bis 4 zeigen schematisch Beispiele von Röntgenröhren des Standes der Technik. Die ringförmigen Isolatoren 10/11/12/14 sind dabei gegen das zylindrische Metallgehäuse 1 und/oder gegen die Elektrode 2 treppenförmig abgestuft 101, mit Erhöhung 110/120 und/oder einfachen oder mehrfachen Vertiefungen 111/121/141 und/oder Ausbauchungen 122. Wie aus den Darstellungen ersichtlich ist, ist der ringförmige Isolator 14 auf Seiten der Anode 3 und der Kathode 4 jeweils identisch. Zwischen Anode 3 und Kathode 4 kann sich eine Elektronenblende 5 befinden um etwaige Streuelektronen weiter zu vermindern. Figur 5 zeigt eine weitere Ausbildung einer Röntgenröhre des Standes der Technik. Der Isolator 15 ist dabei konisch an die Wandung der Halterung der Elektrode 2 (Anode oder Kathode) angelegt. Zugleich verjüngt sich das zylindrische Metallgehäuse 1 gegen die Elektrode hin. Insbesondere solche Ausgestaltungen eignen sich für hohe Spannungen nicht mehr, da sie bei hohen Spannungen instabil gegen Sekundärelektronen werden.

Ansprüche

1. Hochspannungs-Vakuumröhre (9), bei welcher eine Anode (3) und eine Kathode (4) in einem vakuumisierten Innerraum (6) einander gegenüberliegend angeordnet sind und welcher vakuumisierte Innenraum (6) durch ein zylindrisches Metallgehäuse (1) umschlossen ist, wobei die Anode (3) und/oder die Kathode (4) mittels eines ringförmigen Isolators (21/22) elektrisch isoliert sind, dadurch gekennzeichnet,

dass der ringförmige Isolator (21/22) einen zylindrischen Teil (23/24) umfasst und in Richtung des vakuumisierten Innerraums (6) buckelförmig einfach gewölbt ausgebildet ist, wobei die Wölbung in Richtung vakuumisierten Innerraum (6) einen geneigten Frontbereich (31) und zwei Seitenbereiche (30/33) umfasst,

dass der geneigte Frontbereich (31) des ringförmigen Isolators (22) der Anode (3) zum Scheibenzentrum (7) des ringförmigen Isolators (22) hin geneigt ist, und

dass der geneigte Frontbereich (31) des ringförmigen Isolators (21) der Kathode (4) vom Scheibenzentrum (7) des ringförmigen Isolators (21) weg geneigt ist.

2. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

dass die Wölbung im Wesentlichen durch Winkel α , β und γ eines verkürzten Seitenbereiches (30), eines überhöhten Seitenbereiches (33), sowie des Frontbereichs (31) charakterisiert ist,

dass der Winkel γ zwischen der Achsenrichtung (7) des ringförmigen Isolators (21/22) und dem verkürzten Seitenbereich (30) zwischen 10° und 25° liegt,

dass der Winkel β des Frontbereichs (31) zur Senkrechten (8) auf die Achsenrichtung (7) des ringförmigen Isolators (21/22) zwischen 10° und 25° liegt, und

5 dass der Winkel α zwischen dem überhöhten Seitenbereich zur Achsenrichtung (7) des ringförmigen Isolators (21/22) zwischen 10° und 25° liegt.

3. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die drei Bereiche (30/31/33) jeweils einen tangentialen Übergangsradius (R1/R3) von 1 bis 7 mm besitzen.

10 4. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der ringförmige Isolator (21/22) zwischen dem überhöhten Seitenbereich (33) und dem bezüglich der Senkrechten (8) zur Achsenrichtung (7) des ringförmigen Isolators (21/22) geneigten Frontbereich (31) einen vierten Bereich (32) umfasst, der im wesentlichen senkrecht (8) zur
15 Achse (7) des ringförmigen Isolators (21/22) in Richtung des vakuumisierten Innenraums (6) weist und der zum überhöhten Seitenbereich (33) sowie zum Frontbereich (31) einen tangentialen Übergangsradius (R2/R3) von 1 bis 7 mm besitzt.

20 5. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der überhöhte Seitenbereich (33) mindestens 2 Mal weiter als der verkürzte Seitenbereich (30) in den vakuumisierten Innenraum (6) ragt.

25 6. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der überhöhte Seitenbereich (33) gegen die Achsenrichtung (7) des ringförmigen Isolators (21/22) einen sich verjüngenden Auslauf besitzt.

7. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der verkürzte Seitenbereich (30) gegen

die Achsenrichtung (7) des ringförmigen Isolators (21/22) einen sich verjüngenden Auslauf besitzt.

8. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der ringförmige Isolator (21/22) im Wesentlichen aus einem isolierenden Keramikmaterial besteht.

9. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Keramikmaterial des ringförmigen Isolators (21/22) mindestens aus 95 % Al_2O_3 besteht.

10. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Kathode (4) auf der Aussenwand (411) gegen den ringförmigen Isolator (21) einen elektropolierten und/oder mechanisch polierten Metallzylinder (412) umfasst.

11. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochspannungs-Vakuumröhre (9) eine Stromversorgungsvorrichtung umfasst, mittels welcher Betriebsspannungen von mindestens 200 kV am Isolator anlegbar sind.

12. Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochspannungs-Vakuumröhre (9) eine Röntgenröhre ist.

13. Verfahren zum Herstellen einer Hochspannungs-Vakuumröhre (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung des ringförmigen Isolators (21/22) ein Pressdruck von mindestens 1000 bar verwendet wird.

14. Gepäckdurchleuchtungsvorrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Vorrichtung zum Erzeugen von Röntgenstrahlen umfasst, wobei die Vorrichtung zum Erzeugen von Röntgenstrahlen mindestens ein Hochspannungsteil und eine oder mehrere Röntgenröhren nach einem der Ansprüche 1 bis 13 umfasst.

15. Durchleuchtungsvorrichtung für Transportcontainer und/oder Transportbehälter, dadurch gekennzeichnet, dass sie zur Erzeugung von Röntgenstrahlen eine oder mehrere Röntgenröhren nach einem der Ansprüche 1 bis 14 umfasst.

1/7

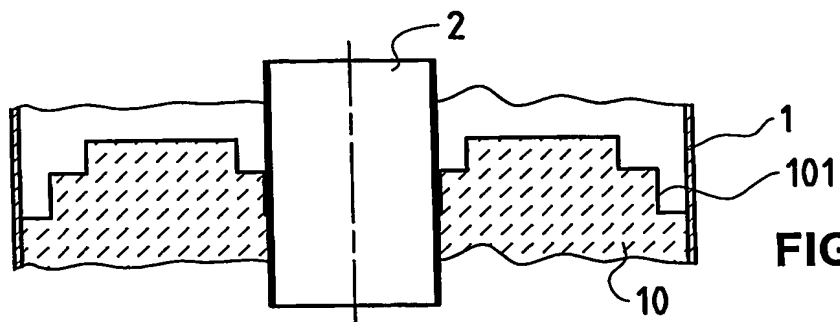


FIG. 1

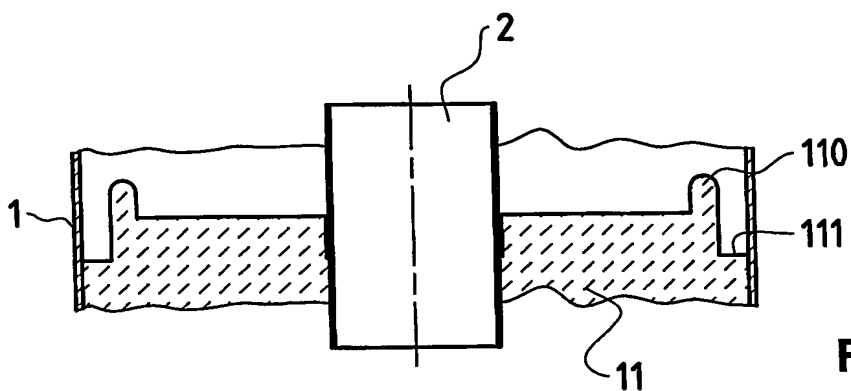


FIG. 2

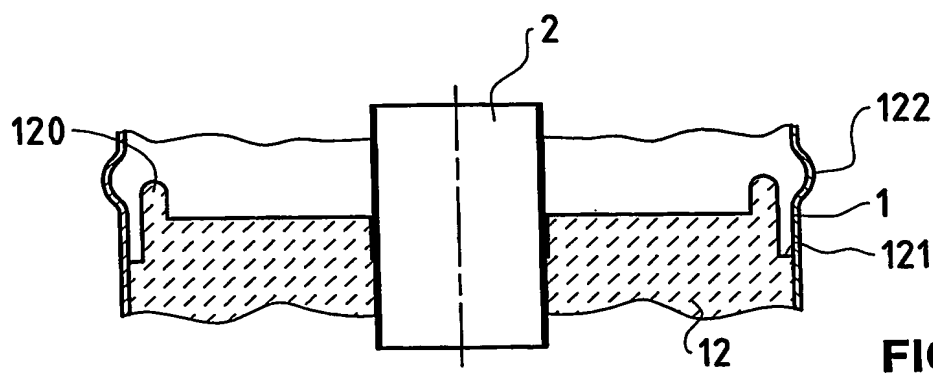


FIG. 3

2/7

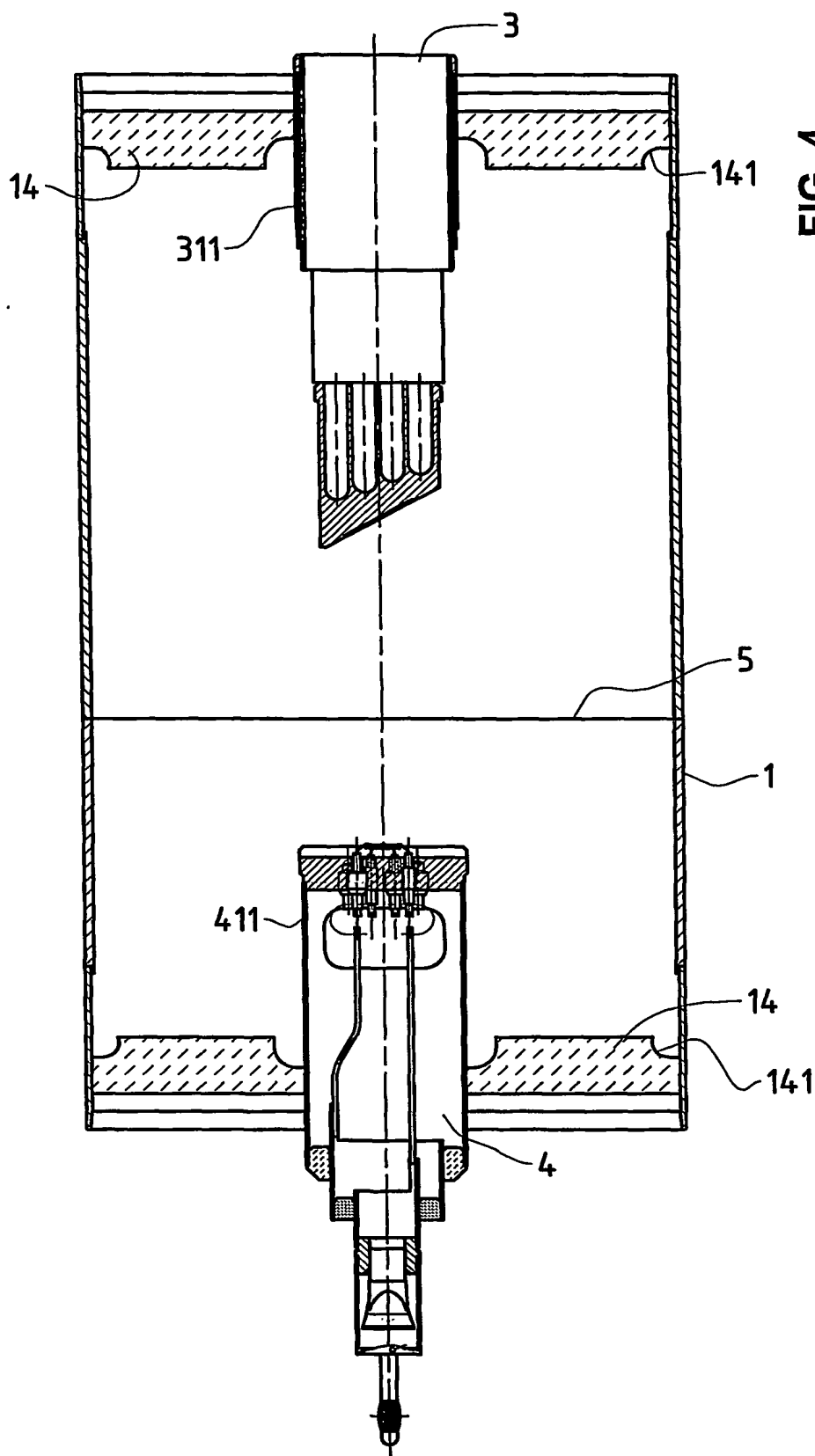


FIG. 4

3/7

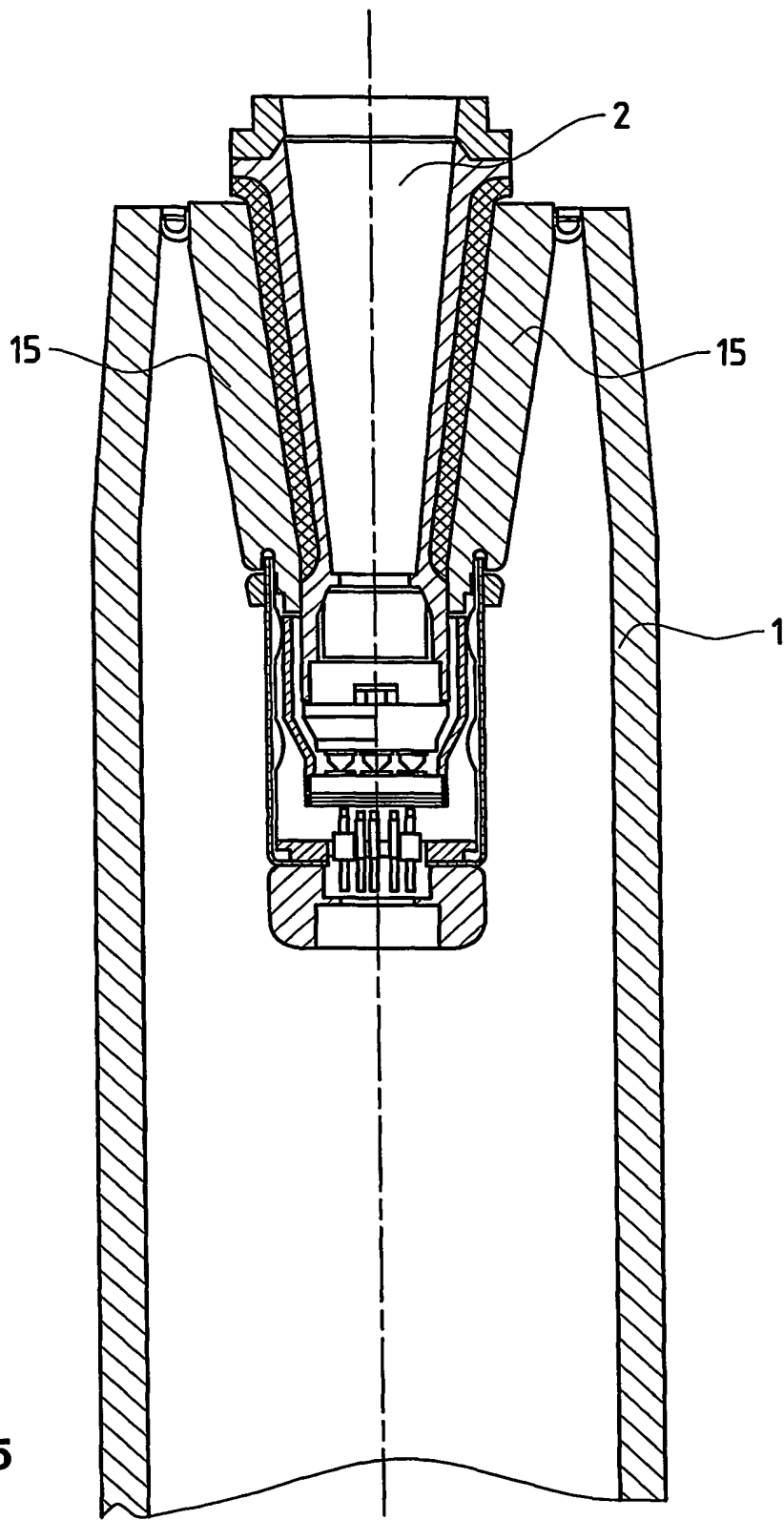


FIG. 5

4/7

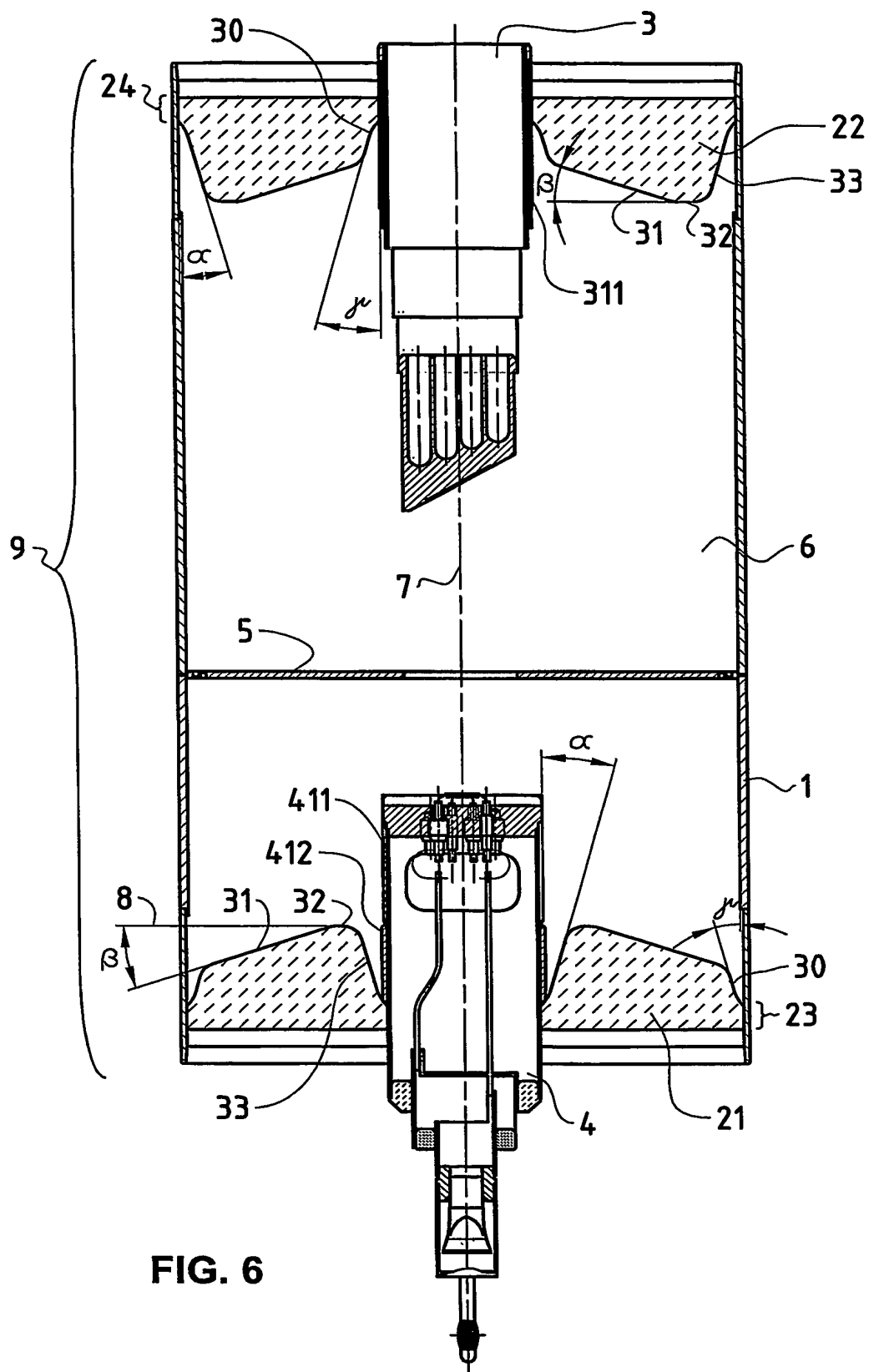


FIG. 6

5/7

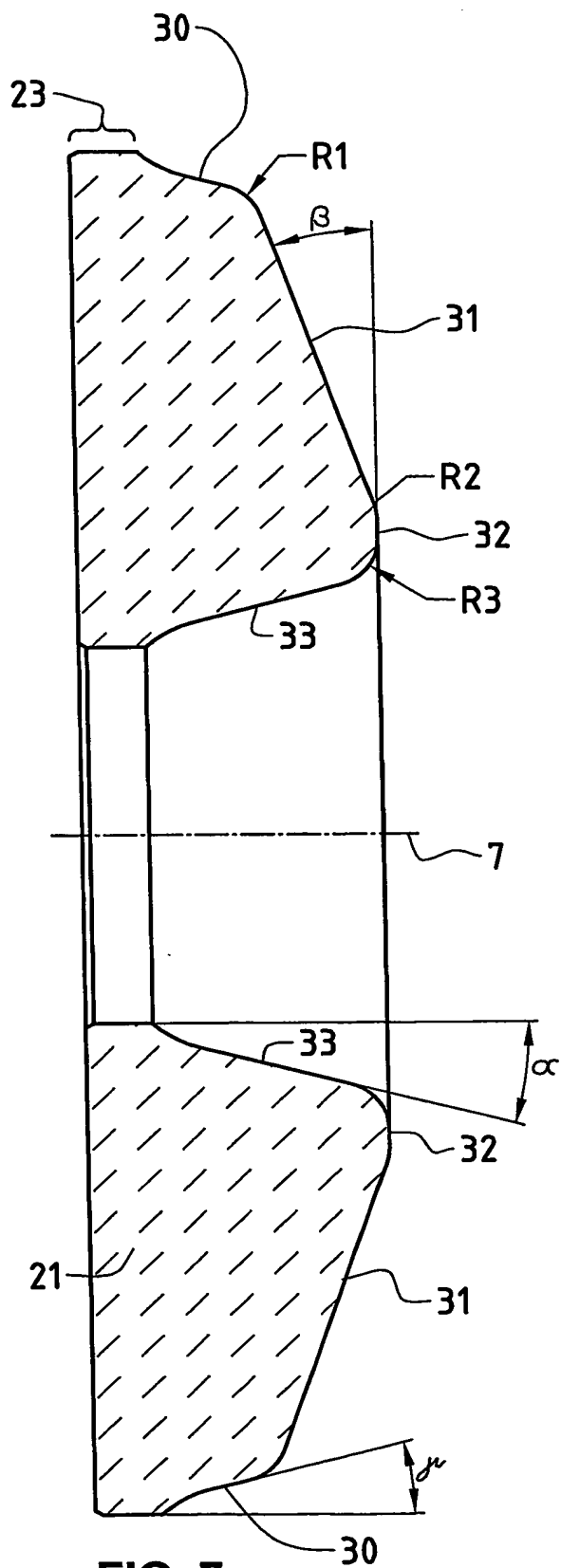


FIG. 7

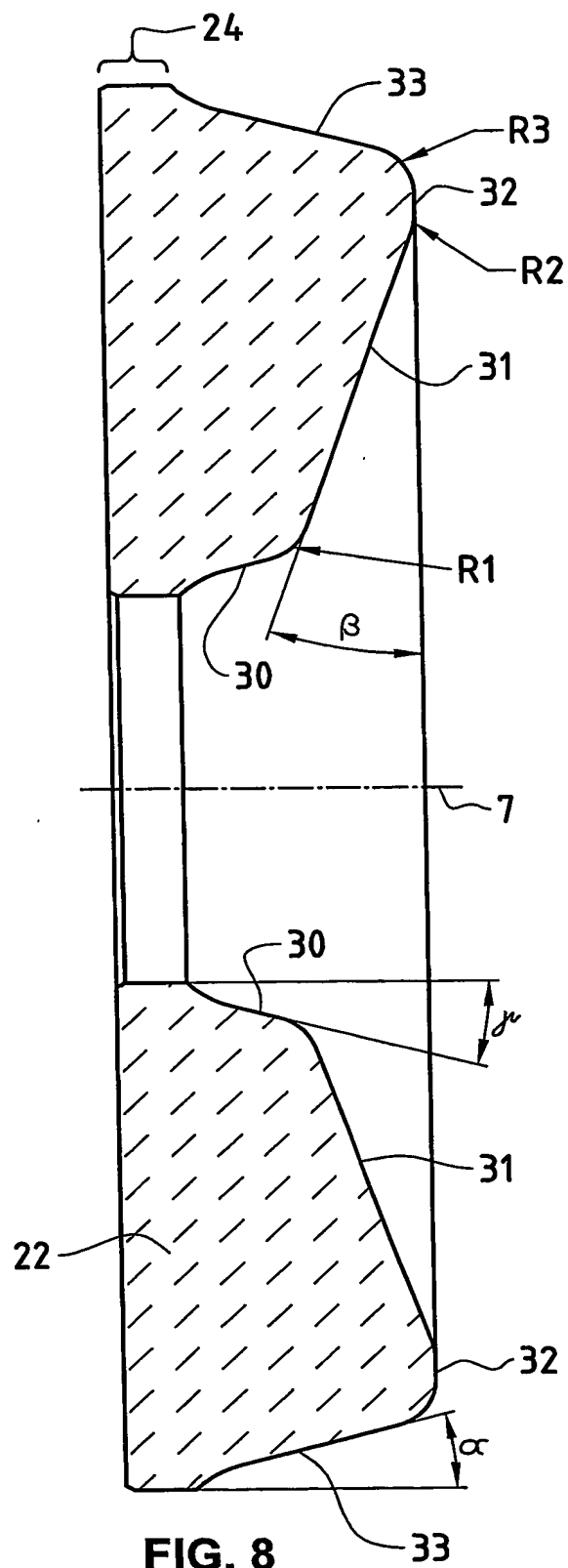


FIG. 8

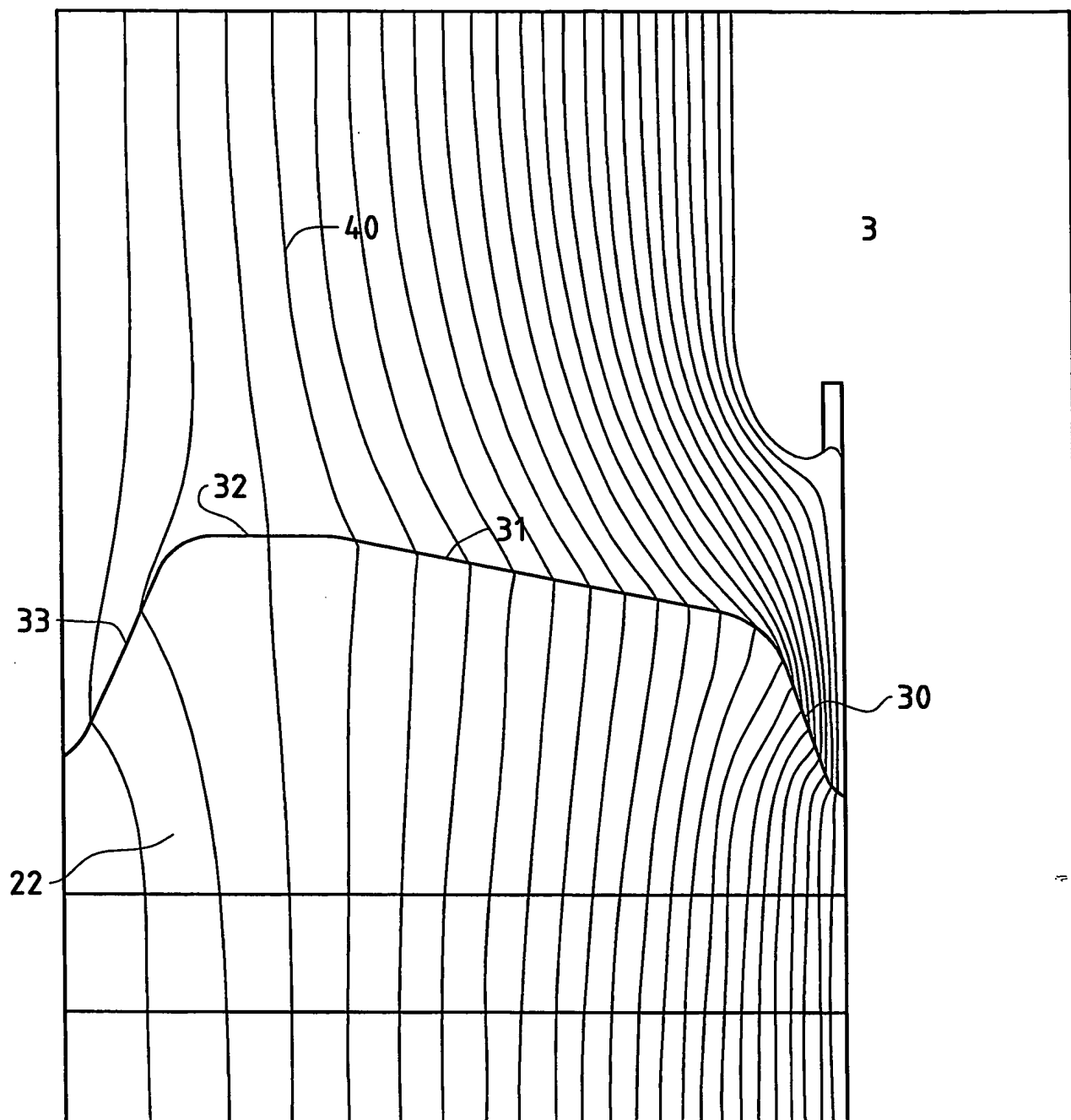


FIG. 9

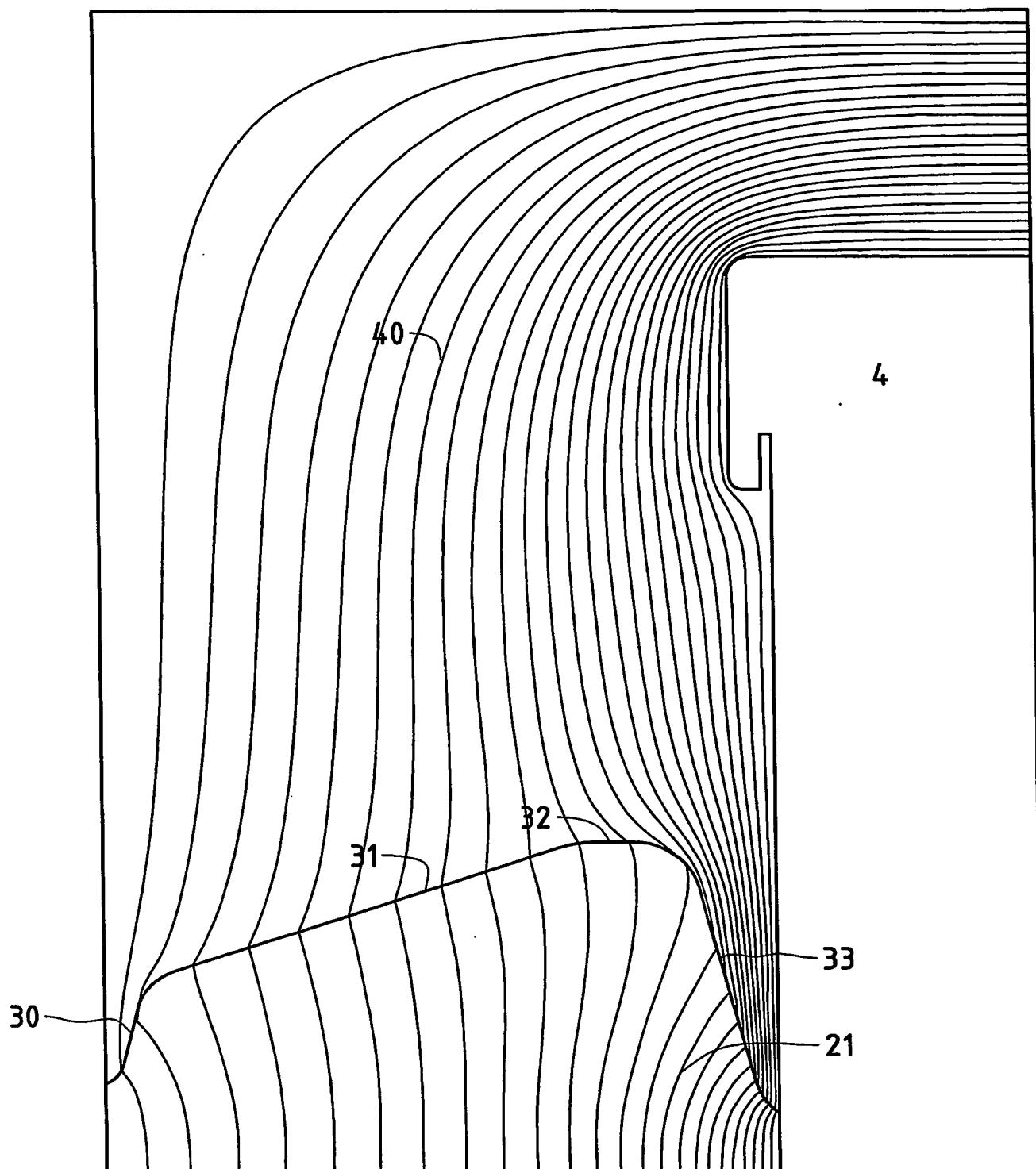


FIG. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Application No

PCT/CH 02/00494

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01J35/16 H01J19/60

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 402 464 A (SCHENK CHRISTIAN ET AL) 28 March 1995 (1995-03-28)	1,8,11, 12
Y	column 1, line 60 -column 2, line 3	9,13-15
A	column 2, line 56-59; figure 1	
	the whole document	2-7,10

X	WO 97 07740 A (INTERVENTIONAL INNOVATIONS COR) 6 March 1997 (1997-03-06)	1,12
	page 13, line 24-34	
	page 14, line 32 -page 15, line 2; figure 5	
	(Isolator 126)	

X	US 2 228 384 A (ADRIANUS VERHOEFF ET AL) 14 January 1941 (1941-01-14)	1,12
	column 4, line 5-8; figure 2	
	(Isolator 42)	

	---/---	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 April 2003

Date of mailing of the international search report

06/05/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Weisser, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Application No

PCT/CH 02/00494

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	GB 1 072 536 A (COORS PORCELAIN CO) 21 June 1967 (1967-06-21) page 1, line 16-20 ----	9
Y	GB 1 283 287 A (UNITED STATES ATOMIC ENERGY COMMISSION) 26 July 1972 (1972-07-26) page 1, line 13-16 page 2, line 101-107 ----	13
Y	DE 197 21 980 A (SIEMENS AG) 1 October 1998 (1998-10-01) figures 1,2 ----	14
Y	US 6 031 890 A (BERMBACH RAINER ET AL) 29 February 2000 (2000-02-29) abstract; figures 1,2 ----	15
A	DE 198 00 766 C (SIEMENS AG) 29 July 1999 (1999-07-29) figure 1 ----	1-15
A	US 5 596 621 A (WELLER THOMAS ET AL) 21 January 1997 (1997-01-21) figure 1 ----	1-15
A	DE 30 16 102 A (SIEMENS AG) 29 October 1981 (1981-10-29) page 5, line 34,35; figure 1 ----	1,8,12
A	US 2 332 426 A (ATLEE ZED J) 19 October 1943 (1943-10-19) figure 2 ----	1
A	CH 665 920 A (COMET ELEKTRON ROEHREN) 15 June 1988 (1988-06-15) cited in the application column 2-3; figure 1 ----	1-15
A	US 4 126 803 A (BADER DIETRICH ET AL) 21 November 1978 (1978-11-21) column 3, line 7-9 column 3, line 36-41; figures 2,3 ----	2,11
A	DE 195 16 831 A (SIEMENS AG) 14 November 1996 (1996-11-14) page 2, line 39-41 page 3, line 21; figure 1; table 1 ----	1-9
A	US 4 618 977 A (BRETTSCHEIDER HORST ET AL) 21 October 1986 (1986-10-21) column 3, line 50,51; figures 1-4 ----- -/--	9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Application No
PCT/CA 02/00494

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 725 827 A (FEUERSANGER ALFRED E ET AL) 10 March 1998 (1998-03-10) column 7, line 11-15; table 1 -----	9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/CH 02/00494

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5402464	A	28-03-1995	DE 4241572 A1 DE 59303427 D1 EP 0590418 A1 JP 6318440 A	28-04-1994 19-09-1996 06-04-1994 15-11-1994
WO 9707740	A	06-03-1997	AU 6857796 A EP 0847249 A1 US 2002146090 A1 WO 9707740 A1 US 2001009970 A1	19-03-1997 17-06-1998 10-10-2002 06-03-1997 26-07-2001
US 2228384	A	14-01-1941	BE 429772 A CH 205665 A DE 765667 C FR 842266 A GB 502596 A NL 53833 C	30-06-1939 05-04-1954 08-06-1939 21-03-1939
GB 1072536	A	21-06-1967	US 3377176 A DE 1571364 A1	09-04-1968 03-02-1972
GB 1283287	A	26-07-1972	DE 2103257 A1	10-08-1972
DE 19721980	A	01-10-1998	DE 19721980 A1	01-10-1998
US 6031890	A	29-02-2000	DE 4311174 A1 BE 1007120 A5 FR 2703785 A1 GB 2277013 A , B	06-10-1994 04-04-1995 14-10-1994 12-10-1994
DE 19800766	C	29-07-1999	DE 19800766 C1	29-07-1999
US 5596621	A	21-01-1997	DE 4432205 C1 CH 690145 A5 JP 8096889 A	25-01-1996 15-05-2000 12-04-1996
DE 3016102	A	29-10-1981	DE 3016102 A1	29-10-1981
US 2332426	A	19-10-1943	NONE	
CH 665920	A	15-06-1988	CH 665920 A5 AT 40767 T WO 8605921 A1 DE 3662079 D1 EP 0215034 A1 JP 5070897 B JP 62502796 T	15-06-1988 15-02-1989 09-10-1986 16-03-1989 25-03-1987 06-10-1993 12-11-1987
US 4126803	A	21-11-1978	DE 2448497 A1 BE 834396 A1 CH 594982 A5 FR 2331149 A1 GB 1529868 A	22-04-1976 02-02-1976 31-01-1978 03-06-1977 25-10-1978
DE 19516831	A	14-11-1996	DE 19516831 A1 DE 29521925 U1	14-11-1996 24-09-1998
US 4618977	A	21-10-1986	DE 3142281 A1	05-05-1983

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4618977	A		FR 2515424 A1	29-04-1983
			GB 2108754 A ,B	18-05-1983
			JP 1660120 C	21-04-1992
			JP 3024736 B	04-04-1991
			JP 58080251 A	14-05-1983
<hr/>				
US 5725827	A	10-03-1998	US 5426343 A	20-06-1995
			CA 2106156 A1	17-03-1994
			DE 69303489 D1	08-08-1996
			DE 69303489 T2	30-01-1997
			WO 9406727 A1	31-03-1994
			EP 0660810 A1	05-07-1995
			HU 70344 A2	28-09-1995
			JP 8501270 T	13-02-1996

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H01J35/16 H01J19/60

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 402 464 A (SCHENK CHRISTIAN ET AL) 28. März 1995 (1995-03-28)	1,8,11, 12
Y	Spalte 1, Zeile 60 -Spalte 2, Zeile 3	9,13-15
A	Spalte 2, Zeile 56-59; Abbildung 1 das ganze Dokument	2-7,10
X	WO 97 07740 A (INTERVENTIONAL INNOVATIONS COR) 6. März 1997 (1997-03-06) Seite 13, Zeile 24-34 Seite 14, Zeile 32 -Seite 15, Zeile 2; Abbildung 5 (Isolator 126)	1,12
X	US 2 228 384 A (ADRIANUS VERHOEFF ET AL) 14. Januar 1941 (1941-01-14) Spalte 4, Zeile 5-8; Abbildung 2 (Isolator 42)	1,12
	--- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. April 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

06/05/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Weisser, W

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	GB 1 072 536 A (COORS PORCELAIN CO) 21. Juni 1967 (1967-06-21) Seite 1, Zeile 16-20 ---	9
Y	GB 1 283 287 A (UNITED STATES ATOMIC ENERGY COMMISSION) 26. Juli 1972 (1972-07-26) Seite 1, Zeile 13-16 Seite 2, Zeile 101-107 ---	13
Y	DE 197 21 980 A (SIEMENS AG) 1. Oktober 1998 (1998-10-01) Abbildungen 1,2 ---	14
Y	US 6 031 890 A (BERMBACH RAINER ET AL) 29. Februar 2000 (2000-02-29) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 ---	15
A	DE 198 00 766 C (SIEMENS AG) 29. Juli 1999 (1999-07-29) Abbildung 1 ---	1-15
A	US 5 596 621 A (WELLER THOMAS ET AL) 21. Januar 1997 (1997-01-21) Abbildung 1 ---	1-15
A	DE 30 16 102 A (SIEMENS AG) 29. Oktober 1981 (1981-10-29) Seite 5, Zeile 34,35; Abbildung 1 ---	1,8,12
A	US 2 332 426 A (ATLEE ZED J) 19. Oktober 1943 (1943-10-19) Abbildung 2 ---	1
A	CH 665 920 A (COMET ELEKTRON ROEHREN) 15. Juni 1988 (1988-06-15) in der Anmeldung erwähnt Spalte 2-3; Abbildung 1 ---	1-15
A	US 4 126 803 A (BADER DIETRICH ET AL) 21. November 1978 (1978-11-21) Spalte 3, Zeile 7-9 Spalte 3, Zeile 36-41; Abbildungen 2,3 ---	2,11
A	DE 195 16 831 A (SIEMENS AG) 14. November 1996 (1996-11-14) Seite 2, Zeile 39-41 Seite 3, Zeile 21; Abbildung 1; Tabelle 1 ---	1-9
A	US 4 618 977 A (BRETTSCHEIDER HORST ET AL) 21. Oktober 1986 (1986-10-21) Spalte 3, Zeile 50,51; Abbildungen 1-4 ---	9
	--- -/--	

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 725 827 A (FEUERSANGER ALFRED E ET AL) 10. März 1998 (1998-03-10) Spalte 7, Zeile 11-15; Tabelle 1 -----	9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung, die für selben Patentfamilie gehören

In ... Aktenzeichen

PCT/CH 02/00494

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5402464	A	28-03-1995	DE	4241572 A1	28-04-1994
			DE	59303427 D1	19-09-1996
			EP	0590418 A1	06-04-1994
			JP	6318440 A	15-11-1994
WO 9707740	A	06-03-1997	AU	6857796 A	19-03-1997
			EP	0847249 A1	17-06-1998
			US	2002146090 A1	10-10-2002
			WO	9707740 A1	06-03-1997
			US	2001009970 A1	26-07-2001
US 2228384	A	14-01-1941	BE	429772 A	
			CH	205665 A	30-06-1939
			DE	765667 C	05-04-1954
			FR	842266 A	08-06-1939
			GB	502596 A	21-03-1939
			NL	53833 C	
GB 1072536	A	21-06-1967	US	3377176 A	09-04-1968
			DE	1571364 A1	03-02-1972
GB 1283287	A	26-07-1972	DE	2103257 A1	10-08-1972
DE 19721980	A	01-10-1998	DE	19721980 A1	01-10-1998
US 6031890	A	29-02-2000	DE	4311174 A1	06-10-1994
			BE	1007120 A5	04-04-1995
			FR	2703785 A1	14-10-1994
			GB	2277013 A , B	12-10-1994
DE 19800766	C	29-07-1999	DE	19800766 C1	29-07-1999
US 5596621	A	21-01-1997	DE	4432205 C1	25-01-1996
			CH	690145 A5	15-05-2000
			JP	8096889 A	12-04-1996
DE 3016102	A	29-10-1981	DE	3016102 A1	29-10-1981
US 2332426	A	19-10-1943	KEINE		
CH 665920	A	15-06-1988	CH	665920 A5	15-06-1988
			AT	40767 T	15-02-1989
			WO	8605921 A1	09-10-1986
			DE	3662079 D1	16-03-1989
			EP	0215034 A1	25-03-1987
			JP	5070897 B	06-10-1993
			JP	62502796 T	12-11-1987
US 4126803	A	21-11-1978	DE	2448497 A1	22-04-1976
			BE	834396 A1	02-02-1976
			CH	594982 A5	31-01-1978
			FR	2331149 A1	03-06-1977
			GB	1529868 A	25-10-1978
DE 19516831	A	14-11-1996	DE	19516831 A1	14-11-1996
			DE	29521925 U1	24-09-1998
US 4618977	A	21-10-1986	DE	3142281 A1	05-05-1983

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Informations-Aktenzeichen

PCT/CH 02/00494

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4618977	A		FR 2515424 A1	29-04-1983
			GB 2108754 A ,B	18-05-1983
			JP 1660120 C	21-04-1992
			JP 3024736 B	04-04-1991
			JP 58080251 A	14-05-1983
<hr/>				
US 5725827	A	10-03-1998	US 5426343 A	20-06-1995
			CA 2106156 A1	17-03-1994
			DE 69303489 D1	08-08-1996
			DE 69303489 T2	30-01-1997
			WO 9406727 A1	31-03-1994
			EP 0660810 A1	05-07-1995
			HU 70344 A2	28-09-1995
			JP 8501270 T	13-02-1996
<hr/>				